

Stationäre Brennkraftmaschine und Verfahren zu ihrem Betreiben

Patent number: DE19538067

Also published as:

Publication date: 1997-04-17

WO9714884 (A1)

Inventor: FOERSTER MANFRED DIPL. ING. (DE)

EP0854978 (A1)

Applicant: ERDGAS EN SYSTEME GMBH (DE); SECCACIER S A (FR)

EP0854978 (B1)

Classification:

- **International:** F02G5/02; F01N5/02

- **European:** F01N3/02; F01N5/02; F02G5/02; F02M25/02; F02M31/04B

Application number: DE19951038067 19951013

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19538067

The internal combustion engine (1) makes use of exhaust gas heat and to this end has an HT-AWT (3), downstream of which there is K-AWT (5) in which the exhaust gas is cooled to below the dewpoint. The air of combustion is preheated by the exhaust gas in a connecting KV-AWT (8). In addition, condensate is fed into the KV-AWT (8) from the K-AWT (5). The condensate increases the humidity of the preheated air of combustion so that large quantities of water reach the air of combustion. Combustion correspondingly takes place with a higher air of combustion enthalpy. At the same time the exhaust gas dewpoint rises. The result is a corresponding improvement in the working gas and, in addition, pollutant emissions are reduced.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑦ Anmelder:
Erdgas Energie Systeme GmbH, 45355 Essen, DE;
Seccacier S.A., Paris, FR

⑩ Vertreter:
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

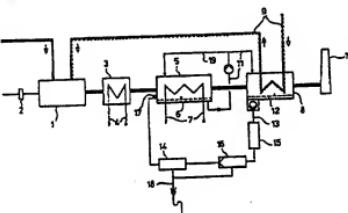
⑦ Erfinder:
Förster, Manfred, Dipl.-Ing., 45134 Essen, DE

⑩ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
In Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	38 24 813 C2
DE-PS	8 65 807
DE	40 02 506 A1
DE	38 06 418 A1
DE	38 05 947 A1
US	36 57 878
EP	00 35 822 B1

⑩ Stationäre Brennkraftmaschine und Verfahren zu ihrem Betreiben

⑦ Die Brennkraftmaschine (1) arbeitet mit Abgaswärmenum-
zung und weist hierzu einen HT-AWT (3) auf. Diesem ist ein
K-AWT (5) nachgeschaltet. In dem Abgas unter den Taupunkt
gekühlt wird. In einem anschließenden KV-AWT (8) wird
die Verbrennungsluft durch das Abgas vorgewärmt.
Außerdem wird Kondensat aus dem K-AWT (5) in den
KV-AWT (8) eingespeist. Das Kondensat erhöht die Feuchte
der vorgewärmten Verbrennungsluft, wobei große Wasser-
mengen in die Verbrennungsluft gelangen. Dementspre-
chend erfolgt die Verbrennung mit hoher Verbrennungsluft-
enthalpie. Gleichzeitig erhöht sich der Taupunkt des Abgases.
Eine entsprechende Wirkungsgradverbesserung ist die Folge.
Außerdem werden die Schadstoffemissionen vermindert.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer stationären Brennkraftmaschine mit Abgaswärmevernützung. Ferner betrifft die Erfindung eine stationäre Brennkraftmaschine mit Abgaswärmevernützung, wobei der Brennkraftmaschine ein Hochtemperatur-Abgaswärmetauscher (HT-AWT) nachgeschaltet ist.

Stationäre Brennkraftmaschinen, wie Motoren und Turbinen, kommen unter anderem auf dem Gebiet der Kraft-Wärme-Kopplung zur Anwendung. Die Erfindung ist insbesondere anwendbar auf Gasmotoren und Gasturbine.

Wie auf sämtlichen Gebieten des Energieverbrauchs, besteht auch hier die allgemeine Forderung nach möglichst wirtschaftlicher Energieumsetzung. Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad beim Betreiben der stationären Brennkraftmaschine zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas der Brennkraftmaschine bei der Abgaswärmevernützung unter den Taupunkt abgekühlt wird und daß das dabei entstehende Kondensat zum Vorwärmen und Befeuchten der Verbrennungsluft genutzt wird.

Erfindungsgemäß wird also das Abgas nicht nur fühlbare Wärme, sondern auch die latente Kondensationswärme entzogen. Damit macht die Erfindung Gebrauch von einer Maßnahme, wie sie in der Brennwerttechnik durchaus üblich ist.

Hinzu kommt, daß das entstehende Kondensat dazu verwendet wird, die Verbrennungsluft vorzuwärmen und zu befeuchten. Die Befeuchtung kann bis zur Sättigung der Verbrennungsluft gehen, also bis zur maximalen Erhöhung der relativen Feuchte. Da gleichzeitig eine Erwärmung der Verbrennungsluft stattfindet, kommt es zu einer entsprechenden Steigerung der Wasserdampf- aufnahmefähigkeit der Luft.

Die absolute Steigerung des Wassergehaltes der Verbrennungsluft führt dazu, daß die Verbrennung mit wesentlich höherer Verbrennungsluft-Entalpie abläuft. Gleichzeitig ergibt sich eine wesentlich Taupunkterhöhung im Abgas.

Insgesamt läßt die Erfindung eine beträchtliche Wirkungsgradsteigerung zu. Daraus resultiert eine entsprechende Einsparung an Primärenergie.

Als zusätzlicher Vorteil ergibt sich, daß die Erfindung eine spezifisch und absolute Verminderung der Schadstoffemissionen ermöglicht.

Die stationäre Brennkraftmaschine nach der Erfindung ist zur Lösung der gestellten Aufgabe dadurch gekennzeichnet, daß dem HT-AWT ein Kondensations-Abgaswärmetauscher (K-AWT) und diesem ein Kondensations-Verdampfungs-Abgaswärmetauscher (KV-AWT) nachgeschaltet ist und daß eine erste Kondensationsleitung zur Kondensatförderung vom K-AWT zum KV-AWT vorgesehen ist.

Nutzwärme wird dem System über den HT-AWT und den K-AWT entnommen. Der KV-AWT dient dazu, die Verbrennungsluft zu erwärmen und zu befeuchten. Dabei wird die Verdampfungswärme für die Befeuchtung nicht nur dem Kondensat, sondern auch dem Abgas entnommen.

Im KV-AWT kommt es also zwischen der Verbrennungsluft und dem Abgas/Kondensat, sowohl zu einem Wärmeaustausch als auch zu einem Wasseraustausch, ohne das die beiden gasförmigen Medien sich vermischen.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, daß die erste Kondensationsleitung im unteren Bereich des KV-AWT mündet. Dies führt zu einer automatischen Reinigung der Wärmetauscherflächen. Auf letzteren können sich nämlich die vom Abgas mitgeführten Verunreinigungen, wie Staub- und Aschepartikel, absetzen.

In Weiterbildung der Erfindung ist eine zweite Kondensationsleitung zur Kondensatförderung vom KV-AWT zum K-AWT vorgesehen ist. Auf diese Weise wird dafür gesorgt, daß in K-AWT immer eine ausreichende Menge an Kondensat mit entsprechend hoher Temperatur für die Erwärmung und Befeuchtung der Verbrennungsluft im KV-AWT zu Verfügung steht.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, daß in der zweiten Kondensationsleitung ein Kondensat-Sammelbehälter vorgesehen ist und daß die Kondensatförderung aus dem Sammelbehälter in den K-AWT in Abhängigkeit von einem dem K-AWT zugeordneten Kondensat-Füllstandssensor steuerbar ist. Der Gesamtkondensat-UMlauf wird also automatisiert und in Abhängigkeit von derjenigen Kondensatmenge gesteuert, die momentan im K-AWT vorhanden ist.

Vorteilhafterweise sind in der zweiten Kondensationsleitung zwischen dem KV-AWT und dem Kondensat-Sammelbehälter Reinigungsseinrichtungen vorgesehen, die dafür sorgen, daß sich das im Kreislauf geführte Kondensat nicht mit Schadstoffen anreichert. Die Reinigung kann so intensiv betrieben werden, daß die vorteilhafte Möglichkeit besteht, den Kondensat-Sammelbehälter mit einem Überlauf zu versehen, aus dem überschüssiges Kondensat in das Abwasser überfließen kann.

In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß von der ersten Kondensationsleitung eine Zweigleitung abgeht, die zum K-AWT zurückführt und in dessen oberein Bereich mündet. Das auf diese Weise direkt rezirkulierte Kondensat dient dazu, auch im K-AWT die Wärmetauscherflächen von anhaftenden Asche- und Staubpartikeln zu reinigen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt ein Fließschema einer erfundungsgemäßen Anlage.

Nach dem Ausführungsbeispiel ist eine Brennkraftmaschine 1 in Form eines Gasmotors oder einer Gasturbine vorgesehen. Die Brennkraftmaschine 1 ist über eine Kupplung 2 an ein nicht dargestelltes, angetriebenes Aggregat angeschlossen.

Das Abgas der Brennkraftmaschine 1 wird einem Hochtemperatur-Abgaswärmetauscher (HT-AWT) 3 zugeführt. Ein Wärmetaßgermittl-Kreis 4 sorgt für die Nutzbarmachung der Wärme, die dem Abgas im HT-AWT 3 entnommen wird.

Das heruntergekühlte Abgas, dessen Temperatur jedoch immer noch oberhalb des Taupunktes liegt, gelangt sodann in einen Kondensations-Abgaswärmetauscher (K-AWT) 5, in welchem der Taupunkt unterschritten wird. Das entstehende Kondensat sammelt sich in einem Sumpf 6. Die Nutzwärme wird über einen Wärmetaßgermittl-Kreis 7 abtransportiert. Im K-AWT 5 wird die latente Kondensationswärme des Abgases nutzbar gemacht.

Aus dem K-AWT 5 gelangt das Abgas in einen Kondensations-Verdampfungs-Abgaswärmetauscher (KV-AWT) 8. Hier findet ein Wärmeaustausch mit der Verbrennungsluft statt, die über eine Leitung 9 zugeführt, durch den KV-AWT 8 hindurchgeleitet und sodann an die Brennkraftmaschine 1 geliefert wird. Es kommt zu einer Vorwärmung der Verbrennungsluft.

Das stark heruntergekühlte Abgas gelangt schließlich in einen Kamin 10.

Im KV-AWT 8 findet nicht nur eine Erwärmung der Verbrennungsluft statt, sondern auch eine Befeuchtung bis zum Erreichen der Sättigung. Hierzu dient das im K-AWT 5 erzeugte Kondensat, das über eine erste Kondensateleitung 11 in den KV-AWT 8 gefordert wird. Das Kondensat trägt gleichzeitig zur Vorwärmung der Verbrennungsluft bei.

Da die Verbrennungsluft in KV-AWT 8 erwärmt wird, vermag sie bis zur Sättigung sehr viel Wasserdampf aufzunehmen. Der Verbrennungsvorgang läuft also bei hoher Verbrennungsentalpie ab. Dementsprechend erhöht sich der Wirkungsgrad, was zu einer Einsparung an Primärenergie führt. Ferner verschiebt die rückgeführte Wassermenge den Taupunkt des Abgases auf eine höhere Temperatur, im vorliegenden Fall auf 72°C. Schließlich ergibt sich eine spezifische und absolute Verminderung der Schadstoffemissionen.

Die erste Kondensateleitung 11 mündet im oberen Bereich des KV-AWT 8, so daß das Kondensat die Wärmeaustauschflächen überstreicht und von anhaftenden Asche- und Staubpartikeln reinigt. Es sammelt sich in einem Sumpf 12 und wird aus diesem über eine zweite Kondensateleitung 13 einem Kondensat-Sammelbehälter 14 zugeführt. Diesem vorgeschaltet sind Reinigungsanrichtungen, nämlich eine Neutralisationsanlage 15 und ein Filter 16.

Der Sammelbehälter 14 ist wiederum an den K-AWT 5 angeschlossen, womit sich der Kondensat-Kreislauf schließt. Zur Steuerung der Kondensatrückführung dient ein Füllstandssensor 17. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß im K-AWT 5 immer eine ausreichende Kondensatmenge entsprechender Temperatur für die Erwärmung und Befeuchtung der Verbrennungsluft zur Verfügung steht. Überschüssiges, gereinigtes Kondensat wird über einen Überlauf 18 aus dem Sammelbehälter 14 ins Abwasser abgegeben.

Von der ersten Kondensateleitung 11 geht eine Zweigleitung 19 ab, die direkt zurück in den oberen Bereich 40 des K-AWT 5 führt. Das direkt rezirkulierte Kondensat überstreicht die Wärmetauscherflächen des K-AWT 5 und reinigt sie von anhaftenden Staub- und Aschepartikeln, die aus dem Abgas stammen.

Im Rahmen der Erfindung sind durchaus Abwandsmöglichkeiten gegeben. So besteht die Möglichkeit, daß aus dem KV-AWT 8 stammende Kondensat über den Sammelbehälter 14 in den oberen Bereich des K-AWT 5 einzuleitet. Bei dem KV-AWT 8 handelt es sich um eine Bauart, die zwischen dem Abgas/Kondensat und der Verbrennungsluft den Austausch sowohl von Wärme als auch von Feuchtigkeit gestattet, ohne die beiden Gasströme miteinander zu vermischen. Alternativ dazu kann der KV-AWT auch in zwei Kolonnen aufgeteilt werden, wobei die eine Kolonne vom Abgas und die andere Kolonne von der Verbrennungsluft durchströmt wird, während zwischen den Kolonnen ein Kondensatkreislauf unterhalten wird.

Patentansprüche

2. Stationäre Brennkraftmaschine mit Abgaswärmemutzung, wobei der Brennkraftmaschine (1) ein Hochtemperatur-Abgaswärmetauscher (HT-AWT) (3) nachgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß dem HT-AWT (3) ein Kondensations-Abgaswärmetauscher (K-AWT) (5) und diesem ein Kondensations-Verdampfungs-Abgaswärmetauscher (KV-AWT) (8) nachgeschaltet ist und daß eine erste Kondensateleitung (11) zur Kondensatförderung vom K-AWT (5) zum KV-AWT (8) vorgesehen ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kondensateleitung (11) im oberen Bereich des KV-AWT (8) mündet.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Kondensateleitung (13) zur Kondensatförderung vom KV-AWT (8) zum K-AWT (5) vorgesehen ist.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Kondensateitung (13) ein Kondensat-Sammelbehälter (14) vorgesehen ist und daß die Kondensatförderung aus dem Sammelbehälter (14) in den K-AWT (5) in Abhängigkeit von einem dem K-AWT zugeordneten Kondensat-Füllstandssensor (17) steuerbar ist.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Kondensateitung (3) zwischen dem KV-AWT (8) und dem Kondensat-Sammelbehälter (14) Reinigungseinrichtungen (15, 16) vorgesehen sind.

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kondensat-Sammelbehälter (14) mit einem Überlauf (18) versehen ist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß von der ersten Kondensateitung (11) eine Zweigleitung (19) abgeht, die zum K-AWT (5) zurückführt und in dessen oberen Bereich mündet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

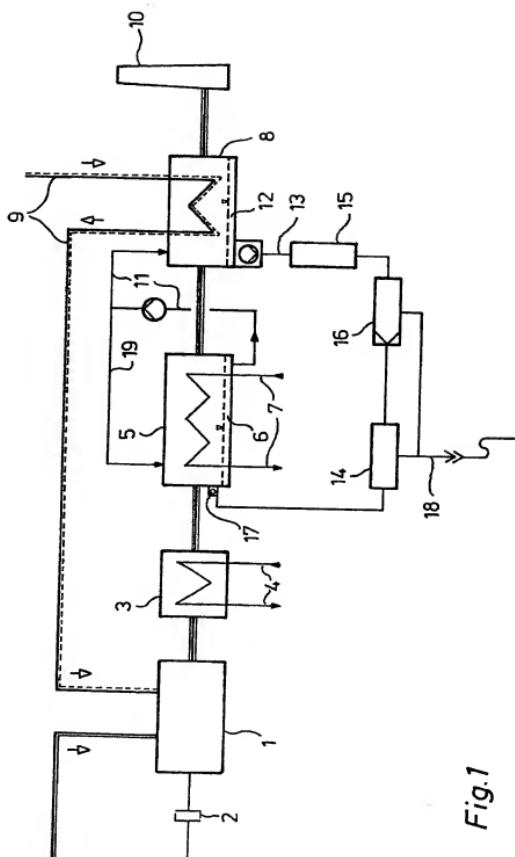


Fig. 1